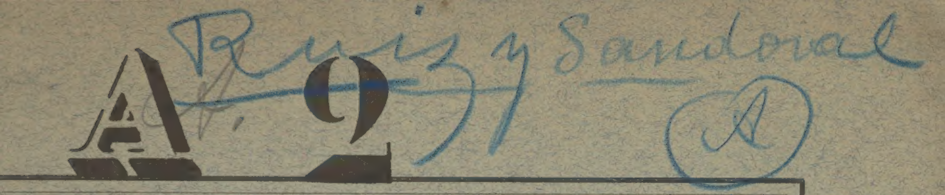


ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y VETERINARIA.

SÉRIE AGRONÓMICA.—NÚM. 6.

EL AGUA

CONSIDERADA BAJO EL PUNTO DE VISTA AGRÍCOLA

TÉSIS INAUGURAL

DE

ALBERTO RUIZ Y SANDOVAL.

MÉXICO

IMPRENTA DE IGNACIO ESCALANTE,
Bajos de San Agustin num. 1.

1883

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y VETERINARIA.

SÉRIE AGRONÓMICA.—NÚM. 6.

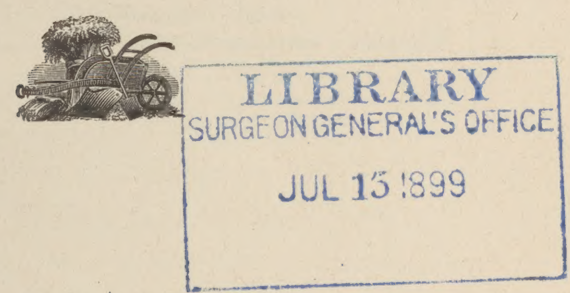
EL AGUA

CONSIDERADA BAJO EL PUNTO DE VISTA AGRÍCOLA

TÉSIS INAUGURAL

DE

ALBERTO RUIZ Y SANDOVAL.



MÉXICO

IMPRENTA DE IGNACIO ESCALANTE,

BAJOS DE SAN AGUSTIN NUM. 1.

1883

Ricardito:

Reciba Vd esta tesis, como una muestra de lo mucho que lo quiere, S. S. y amigo

Alberto Ruiz S.

Marzo 9/83.

CUERPO DE PROFESORES

PARA

LA CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO.

Francisco P. Vera..................	1er. Curso de Matemáticas.
Porfirio Parra....................	2º ,, ,,
Jesus Rico.........................	Francés.
Tomás Villanueva..................	Inglés.
Lauro Campos......................	Dibujo.
Luis de la Barrera.................	Geometría descriptiva y Delineacion.
Adolfo Barreiro....................	Física y Geografía, Cultivos y Arboricultura.
....	Mecánica é Hidráulica.
José Muycelo.......................	Química general y Agrícola.
José Ramirez.......................	Historia Natural.
Leopoldo Blanco....................	Agronomía, Administracion, Economía rural y contabilidad agrícola.
Mariano Bárcena...................	Geología.
José R. Icaza......................	Zootecnia é Higiene.
José L. Collazo....................	Construcciones rurales y topografía.
José J. Arriaga....................	Director.

A mi Padre.

.............❧❦☙.............

A la memoria de mi Madre.

A mi hermano Gustavo.

A mis Hermanos.

A mis Maestros.

POR todos es conocida la importancia agrícola que el agua tiene, así como la diversidad de circunstancias en las cuales se presenta; unas veces haciendo un bien incomparable en las cosechas, en tanto que en otras destruyendo lo que tal vez, á fuerza de sacrificios se haya podido cultivar: unas ocasiones por la abundancia que de ella se tiene no se aprecia su valor, pero en otras su falta causa desesperacion.

El agua, además de las sustancias que lleva en suspension, al ser absorbida por las raíces de las plantas, está cargada de otras que ha disuelto al atravesar las capas del terreno, ya sea por sí misma, ó ayudada por la accion del ácido carbónico.

Las sustancias que más comunmente se encuentran en las aguas son la magnesia, la cal, la alúmina, y el óxido de fierro, combinadas regularmente con el ácido silícico, el carbónico y otros: todas estas materias, de las cuales algunas forman parte constitutiva de los vegetales, son de mucha utilidad cuando se encuentran en regulares proporciones en el agua usada para la irrigacion.

La riqueza de una agua depende en mucho, de la calidad de los terrenos que recorre, pues que en su corriente

disuelve las sustancias alimenticias, ó arrastra consigo otras que aunque no sirvan para la nutricion, sí pueden servir para que se verifiquen ciertas trasformaciones en otras sustancias, dando así lugar á la formacion de principios inmediatamente asimilables y verdaderamente útiles á la vida de las plantas. En general debe considerarse que una agua es buena, cuando no tiene mal olor, cuando las sustancias salinas que en disolucion lleva no pasen de la relacion de $0^{gs}2$ á $0^{gs}3$ por litro, y cuando tenga regular cantidad de aire, que de tanta utilidad es para el desarrollo vegetal.

Veces habrá en las cuales una agua que se haya clasificado como buena, no dé los resultados apetecibles, en ciertas especies de plantas, habiéndolos ya dado en otras: esto dependerá de las diferentes necesidades que hay para cada especie, áun para cada variedad del mismo grupo. Así, por ejemplo, una agua cargada de sulfato de cal podrá dar pocos resultados buenos en ciertas familias, en tanto que los dará espléndidos para las leguminosas forrajeras. Largo seria y muy difícil, el enumerar aquí con exactitud, la calidad del agua que á cada planta conviene, solo sí indicaré, que al hacer el análisis de una agua, debe uno asegurarse de si contiene ó nó la mayor cantidad posible de las sustancias que pueden dar mayor desarrollo á la planta que se trate de regar.

El deteminar la cantidad de agua que es necesaria para las irrigaciones, es una cuestion que durante mucho tiempo se ha tratado de resolver, mas por desgracia solo se ha llegado á resultados más ó ménos aproximados, los cuales solo servirán de guía, nunca como una regla fija,

en atencion á la variedad de circunstancias que en cada caso se presenten.

Cuando el agua que á una planta se le proporciona es en pequeña cantidad, puede suceder, ó que muera por falta de principios alimenticios, ó que los que absorba en union con el agua, sean únicamente los necesarios para sostener la vida, sin permitir el desarrollo: al presentarse algun caso semejante podria creerse que la causa del mal estado de las siembras era debida á pobreza del terreno, cosa que, segun lo que ántes dijimos, podria ser falsa, pues que aun cuando una tierra contenga todos los elementos de fertilidad, puede dar muestras de lo contrario, siempre que le falte la cantidad necesaria de agua para disolver y llevar á los vegetales que la cubren esos elementos. Segun Henry Stewart, agrónomo americano, los vegetales en estado normal deben contener de 70 á 95 % de agua en su constitucion, de manera que al aplicarles los riegos gran cantidad del agua que absorben, la emplean en mantenerse en ese estado de equilibrio, aprovechando el excedente en proveerse de la frescura y lozanía que distingue á las plantas bien regadas. Partiendo de esta base el citado agronómo, sienta sus teorías para determinar la cantidad de agua necesaria para los riegos; mas por desgracia siempre se llega á la consideracion de la infinita variedad de casos.

En el año de 1874, en el Observatorio de Montsouris (Francia), se hicieron algunos experimentos para resolver la cuestion que nos ocupa, escogiendo para los trabajos el trigo, atendiéndose á la cantidad de agua evaporada y á la aprovechada por la planta. Los trabajos se encaminaron

directamente á determinar la relacion que hay entre la la cantidad de agua gastada y la produccion del grano. La tabla siguiente indica el resultado de 9 experimentos:

	Libras de agua evaporada.	Libras de grano producido.	Libras de agua por una de grano.
Núm. 1.	1,616	0.6	2,693
,, 2.	1,512	0.8	1,890
,, 3.	4,703	2.4	1,960
,, 4.	2,202	2.7	816
,, 5.	3,262	2.9	1,125
,, 6.	4,327	3.1	1,396
,, 7.	4,751	5.5	864
,, 8.	7,417	9.2	806
,, 9.	7,702	10.6	727

Segun las mismas experiencias, la produccion de paja necesita de una cantidad de agua próximamente del doble de la empleada para la formacion del grano.

En la tabla anterior se notan algunas irregularidades en la relacion del agua empleada y la produccion del grano, pero esto proviene de que al hacer los experimentos, la tierra empleada, que para todos fué de la misma calidad, se mezcló en cada vez á diferente clase de abono, lo que hizo en cada caso variar la cantidad de agua aprovechada, así como la evaporada. Por medio de cálculos más ó ménos complicados, y ayudándose con la tabla experimental anterior se podria llegar á la determinacion teórica de la cantidad de agua necesaria para el cultivo del trigo. De esta manera es como Mr. J. B. Laures, en Inglaterra ha llegado á asegurar que para que en una siembra de trigo se produjera una libra de materia seca, era necesario que se evaporaran 200 libras de agua, y que por

cada libra de sustancia mineral asimilada por las plantas, debian pasar á través de ellas 2,000 libras de agua.

Así como se han hecho experiencias como las ántes citadas para una gramínea, tambien se han hecho para otras plantas de familias diferentes; mas como seria aquí demasiado largo enumerarlas, solo dirémos que los resultados demuestran que las plantas leguminosas necesitan mayor cantidad de agua que el trigo y otras gramíneas, y que en general, miéntras más lozano está un vegetal mayor necesidad tiene del líquido vivificador, que además de servir de vehículo para la conduccion de las materias alimenticias, él mismo se descompone en sus elementos para cederlos en bien del vegetal en cuyo interior circula.

M. de Gasparin ha hecho en Francia algunos experimentos que lo indujeron para sentar algunas bases con respecto á la cantidad de agua que un terreno debe contener en un estado normal de fertilidad: dice que un terreno para estar bien debe contener cuando ménos 0.1 del agua que contendria al estado de saturacion, y cuando más 0.23, siempre tomando las muestras de tierra á la profundidad de 0.30 metros. No puede decirse que estos dos extremos marcados por M. De Gasparin indiquen un límite á la vegetacion, pues que plantas hay que pueden pasarse de lo indicado sin sufrir mucho; pero para la mayor cantidad de plantas cultivadas, lo asentado por el sabio francés, puede servir de guía en la práctica. El límite de los 0.23 del agua de saturacion es el que más comunmente se pasa, no sucediendo así con el 0.1 pues que pocas plantas verdaderamente habrá que puedan pros-

perar en un terreno con ménos cantidad de agua que la marcada por límite menor, y corrobora esta idea lo dicho por Mr. Stewart, con respecto á la cantidad de agua que próximamente contienen los tejidos vegetales.

Es tanto más difícil la determinacion de la cantidad de agua necesaria para los riegos, cuanto que en cada caso que se presenta, hay circunstancias, que por pequeñas que aparezcan, hacen variar de una manera notable los proyectos del riego, y cambiar en gran manera la aplicacion de los principios generales que ántes hemos indicado.

Entre las causas variantes se encuentran: la constitucion del suelo y del subsuelo, el clima del lugar y la inclinacion del terreno; tambien en muchas ocasiones habrá que atender á la clase de abonos que se le haya incorporado á la tierra, pues que segun se vió ya al hablar del gasto del agua en la formacion de los granos de trigo, este gasto varia segun la calidad del abono empleado.



Variando, como sucede en efecto, el poder absorbente en diversos terrenos, en la misma relacion debe variar la cantidad de agua empleada: miéntras las partículas del terreno estén más divididas, sean más finas, miéntras mayor número de intersticios haya entre las partículas, mayor será el poder absorbente del terreno, y en la misma relacion la propiedad de retener la frescura más ó ménos tiempo.

Schübler ha hecho algunas experiencias en este sentido, y ha llegado á resultados que pueden ser de bastante utilidad: el resultado de sus trabajos se encuentra en la siguiente tabla:

	Tanto por ciento de agua absorbida.	Tanto por ciento de agua evaporada en 4 horas.
Arena cuarzosa	25.	88.4
Arena caliza	29.	75.9
Suelo arcilloso (40 % de arena)	40.	52.0
Barreal	51.	45.7
Tierra arable comun	52.	32.0
Suelo arcilloso pesado (20 % de arena).	61.	34.6
Carbonato de cal fino.	85.	28.0
Tierra de jardin	89.	24.3
Humus.	181.	25.5

Por los ejemplos anteriores se pone de manifiesto lo que ántes he dicho, que miéntras mayor es la potencia de absorcion, en el mismo sentido crece la facultad de retener el agua; pero estos hechos no deben tomarse como una regla invariable, porque puede haber casos en los cuales, las otras circunstancias que obran en la cuestion hagan variar los resultados. El conocimiento de la cantidad de agua absorbida, y el de la evaporada y retenida por un terreno, puede servir de mucha ayuda para fijar el espacio de tiempo que debe trascurrir entre un riego y otro, siempre que se conozcan de antemano las necesidades de la planta que trate de regarse, y los otros factores que hay que tener presentes en la resolucion del problema.

De la formacion del subsuelo depende en gran parte la apreciacion aproximada de la cantidad de agua empleada en los riegos, pues que, muy bien se comprende, que si

está formado de materias que lo hagan retentivo, habrá necesidad de ménos agua que si fuera poroso, ó demasiado absorbente. Cuando las capas del subsuelo tienen una regular fuerza de retencion para el agua, sin pasarse de ciertos límites, es de una gran ayuda, pues que en muchos casos terrenos que á primera vista parezcan secos, faltos del agua necesaria para la vegetacion, no lo serán, ni sufririan las consecuencias de la sequedad, porque la pequeña cantidad de agua contenida en las capas inferiores se elevará por un efecto análogo al de la capilaridad á las superiores, á medida de las necesidades, conservando así una humedad média bastante útil.

El clima tambien es, como ya dijimos, uno de los elementos que deben tenerse en cuenta al tratar de la cuestion que nos ocupa: en un clima cálido, en lugares en donde los rayos solares hieran más perpendicularmente al terreno, la cantidad de agua requerida será mayor que en caso contrario, porque entónces, la pérdida de agua por evaporacion del mismo terreno y por traspiracion de las plantas será mayor; mas si el clima es húmedo, á la vez que caliente, la evaporacion disminuirá. La más ó ménos frecuencia de dias nublados, así como la presencia ó falta de corrientes continuas de aire, hará que varie la evaporacion y con ello la cantidad de agua necesaria para los riegos.

La inclinacion del terreno debe tambien tenerse en cuenta, porque es claro que miéntras más facilidad haya para el escurrimiento de las aguas, mayor será la cantidad que de éstas se necesite.

Los terrenos que están bastante desmenuzados retie-

nen mayor tiempo la humedad, son ménos sujetos á la evaporacion, y la necesidad de frecuentes riegos disminuye; por esto es por lo que las plantas que durante su crecimiento reciben frecuentes labores, necesitan ménos agua que aquellas que, como el trigo y la cebada, no permiten el que sea removido y desmenuzado el terreno sobre el cual viven.

El color del terreno tambien es de tomarse en consideracion, puesto que con él varía la mayor ó menor absorcion de los rayos solares, con lo que variará asimismo la evaporacion, y por consiguiente la necesidad de más ó ménos agua.

Por todo lo que ántes he dicho, se comprenderá el por qué de la variacion de la cantidad de agua empleada para los riegos: con el volúmen de agua usada para el riego de una suerte (rectángulo de 200 varas de ancho por 400 de largo) en algunos terrenos del Estado de Chihuahua, podria regarse en un clima cuya evaporacion sea menor una extension doble ó triple.

La época en la cual son necesarios los riegos, sólo puede determinarse conocidas las necesidades de la planta de que se trate. Con respecto á la hora más propia para verificar el riego, la mejor es cuando no haya mucho calor, ya sea en la mañana temprano ó en la tarde, pues que en las horas de mucho calor es peligroso por la transicion tan brusca que experimentarian las plantas.

De entre los sistemas conocidos de riegos se pueden citar como principales cuatro, y son: por inundacion, por desbordamiento, por infiltracion y por camellones.

***

El primer sistema consiste en rodear al terreno que se quiere regar, con un borde de césped que sirva para contener las aguas; en la parte del borde, correspondiendo con el lugar más elevado, se construye una compuerta para dar paso á las aguas, y en la más baja, otra para darles salida. Este sistema se emplea en terrenos de poca extension ó en aquellos en los cuales la construccion de las obras necesarias no sea de mucho costo. Para regar por inundacion debe verse que el terreno no tenga fuerte pendiente, para evitar el deslave en los momentos en que salen las aguas, y tambien debe atenderse á la mayor ó menor permeabilidad para poder determinar la duracion del riego, pues que de lo contrario, si se prolongara más de lo necesario la permanencia de las aguas en terrenos de subsuelo impermeable, podrian estancarse, haciendo un mal en vez de producir el deseado bien. Cuando los terrenos que quieren regarse por el procedimiento que nos ocupa, son de grande extension y con fuerte inclinacion, lo que generalmente se hace es practicar una division segun las líneas de mayor pendiente, y así fraccionar todo el campo en lotes á los cuales se les provée de sus bordes respectivos, pudiendo despues verificarse el riego dejando pasar las aguas de los lotes superiores á los inferiores, á medida de las necesidades.

El segundo sistema, el llamado por desbordamiento, consiste en construir en la parte más elevada del terreno, canales grandes de donde parten otros más pequeños para

hacer más uniforme el riego: siempre se tiene cuidado de que la orilla del caño, que corresponde con la tierra que se va á regar, esté más baja que la opuesta. La distancia á la cual deben colocarse los canales pequeños unos de otros, depende de la mayor ó menor porosidad del terreno, poniéndose tanto más cerca, cuanto más poroso sea éste, siempre que no haya otra circunstancia que lo impida, como la impermeabilidad del subsuelo. Se verifica el riego por este sistema, haciendo que el agua que corre por el caño principal pase á los pequeños, en donde despues de haber llegado á cierto nivel, comenzará el desbordamiento; cuando no se ha tenido cuidado de que el borde interior de los pequeños canales sea más bajo que el exterior, habrá necesidad de hacer que las aguas pasen por medio de roturas practicadas con el azadon, lo que se comprende vendria á aumentar los gastos. Por este sistema, de desbordamiento, se hacen los riegos con bastante facilidad y á menor costo que en el sistema anterior, lo que prueba el por qué de ser más usado.

El sistema de riegos por infiltracion, consiste en abrir caños más ó ménos profundos, en el sentido de las pendientes del terreno y en introducir en ellos el agua, que llegará á las raicecillas de las plantas por efecto de la capilaridad. Este sistema es algo económico, pero solo se emplea en los casos en que la cantidad disponible de agua es relativamente pequeña.

El cuarto sistema, consiste en formar en toda la extension de campo, camellones en forma de tejado, camellones cuya extremidad más elevada párte de un punto por donde pase el canal principal que lleva el agua que

ha de servir para el riego. En la parte superior de los camellones, y partiendo del canal principal, se construyen pequeños caños cuya seccion debe irse disminuyendo á medida que se adelanta en longitud; de estos caños párten otros más pequeños que sirven para hacer la distribucion de las aguas en las alas del camellon. Este sistema tiene más poco uso que los anteriores, por ser necesario que la planta que trate de regarse pueda adaptar las exigencias de su cultivo á la forma que préviamente se le da al terreno; pero en sí es el que mejores resultados presenta por repartir más uniformemente las aguas.

En los Estados Unidos se sigue algunas veces un procedimiento semejante al anterior, aunque un poco más costoso. En este sistema se forman camellones como en el anterior, de la extension conveniente, y el agua no corre por la parte superior, sino que se toma del canal principal por medio de tubos que se colocan en el surco formado por la reunion de dos camellones; de estos tubos párten otros pequeños, que son los que verifican el riego. Se ha perfeccionado este sistema para regar pequeñas extensiones haciendo que el agua llegue al tubo principal con una regular fuerza dada por una bomba, y suprimiendo los pequeños, el agua sale por los agujeros con bastante fuerza y en forma de lluvia, lo que hace uniforme el riego. Esto es costoso, pero para pequeñas extensiones, como jardin ú hortaliza, da buenos resultados.

***

De los distintos sistemas de riegos que ántes apuntamos, solo el último no es usado en el país; los demás se emplean con más ó ménos frecuencia. El de inundacion y algunas veces el de desbordamiento, se emplea para el riego de la alfalfa; el de camellones para algunas hortalizas, y así los otros tienen sus aplicaciones.

En algunas partes se riega un terreno por inundacion poco ántes de hacer una siembra, y esto se verifica en el Estado de Chihuahua, para la del algodon, cuando la tierra no se encuentra en el estado de conveniente humedad: en esta parte del país, despues de haber dado el riego, se esperan á lo que llaman que la tierra *se venga,* esto es, á que esté húmeda solamente. La misma operacion de regar los terrenos por inundacion se hace en los lugares en que se va á plantar chile.

En la hacienda de Chautla (Estado de Puebla), se usa en algunas porciones para el riego del trigo, el sistema de camellones combinado con el de inundacion; algunos de los terrenos de esta hacienda tienen undulaciones, de manera que se han formado casi naturalmente los camellones, en la parte superior de los cuales se abren los caños respectivos, de donde párten otros secundarios. En el caño principal del camellon, y comenzando por la parte más baja, se van poniendo los *atzacuales* (presas) para dirigir el agua á los caños secundarios que son los que verifican la inundacion en la parte correspondiente.

La manera de verificar los riegos en los terrenos de la

cabecera de Aldama, canton de Chihuahua, es notable por su arreglo, razon por la que voy á hacer de ella una ligera descripcion.

El agua que sirve para regar los terrenos mencionados llega de distintos manantiales y de las vertientes de las montañas cercanas, á una presa, de donde sale á una especie de recipiente para ser dividida en tres porciones que se consideran de volúmen igual, de las cuales, cada una corre por un caño que sirve para hacer la distribucion en la seccion correspondiente. Los caños están al frente de las secciones haciendo más fácil la reparticion del agua, y cada seccion está formada de ocho lotes subdivididos en cuatro, de los que cada uno representa una *suerte* (200 varas de frente por 400 de fondo). El agua, al entrar por el caño principal, se hace pasar al primer lote por medio de una pequeña presa, regándose sucesivamente las cuatro suertes que lo forman, para pasar despues al segundo lote y así en seguida. El arreglo que se tiene en este sistema de riegos es muy bueno, porque ni el caño principal, ni los secundarios pasan por el medio de los terrenos, cosa que acarrea algunas veces graves disgustos y gran número de dificultades. Han arreglado en estos lugares el tomar toda el agua que por el caño pasa, durante doce horas, para el riego de una suerte, de manera que por el número de suertes que cada seccion contiene, á cada una le toca el agua despues de quince dias de haber sido regada. Entre todos los individuos propietarios de los lotes pagan á una persona que llaman *aguador,* que se ocupa de dirigir el agua al lugar correspondiente y vigilar el buen estado de los caños, la presa y el depó-

sito repartidor; cuando hay alguna avería en las obras y que sea necesaria su reparacion, el aguador designa á los propietarios de los lotes á quienes toca el dar algunos peones para los trabajos, y cuando haya necesidad de recurrir á todos los propietarios, éstos prestan su contingente segun el número de suertes que poséen: á esta obligacion que cada propietario tiene, dan el nombre de *fatiga*. Este modo de regar solo adolece del defecto, grande en verdad, y que pesa en todo el país, que consiste en el tan mal método de hacer las medidas de las aguas, medidas que tantas causas de error tienen en sí.

***

Hay ocasiones en las cuales es necesario el hacer algunas obras para detener las aguas que deban servir para los riegos, aguas que serán propiedad de uno, siempre que se satisfaga á lo que marca el art. 1063 del Código Civil que dice: « Artículo 1063. El dueño del predio en que hay una fuente natural ó que ha hecho construir un pozo brotante, aljibe ó presa para detener las aguas pluviales de su propio fundo, puede usar y disponer de su agua libremente. »

Cuando en toda la extension de una hacienda ó rancho, no se tiene un manantial ú otra cosa que provea de las aguas necesarias para el riego, y que el dueño de la finca pueda traer las que necesite de otro lugar, está autorizado á hacerlo, aun cuando tenga que pasarlas por otras propiedades, obligándose siempre á pagar ó indem-

nizar á los dueños de los predios por donde pasen, lo mismo que á los de los predios inferiores que reciben el escurrimiento: esto está marcado por el artículo 1073, que dice: « 1073. Todo el que quiera usar agua de que pueda disponer, tiene derecho de hacerla pasar por los fundos intermedios, con obligacion de indemnizar á sus dueños, así como tambien á los de los predios inferiores sobre los que se filtren ó caigan las aguas. »

Encontrándose en las circunstancias que marca el artículo anterior, es necesario probar, segun lo prevenido por el art. 1081 del mismo Código: « 1.°, que se puede disponer del agua que se pretende conducir; 2.°, acreditar que el paso que se solicita es el ménos oneroso para tercero; 3.°, pagar el valor del terreno que ha de ocupar el canal, segun estimacion de peritos y un diez por ciento más, y 4.°, resarcir los daños inmediatos, con inclusion del que resulte por dividirse en dos ó más partes el predio sirviente y de cualquiera otro deterioro. »

Cuando son varias las personas que hacen uso de una agua, y que han verificado en sociedad las construcciones necesarias para el paso de ella á los terrenos, cada una de ellas está obligada á conservar la parte de canal que le corresponda á su propiedad, teniendo á la vez el derecho de que, cuando no le llegue bien su agua y sepa que es por desaseo ó por haberse roto en algun lugar la parte de canal correspondiente al predio superior, de pedir que el dueño de dicha propiedad repare el mal. (Ordenanzas de tierras y aguas.) Si es uno solo el dueño del agua que corre por el canal, á él es á quien corresponde la obligacion de tenerle constantemente limpio y repa-

rarlo siempre que sea necesario, ó de lo contrario, cualquiera de los dueños por donde pase el agua, puede pedir que se le obligue á que ejecute las obras necesarias. Ordenanzas de tierras y aguas, y art. 1088 del Código Civil.)

Siempre que hay que hacer en compañía obras para conservar las aguas y distribuirlas en los terrenos, hay que nombrar un individuo que se encargue de vigilar el buen arreglo en todo y de ver cuando haya algun deterioro para ponerlo en conocimiento del dueño del terreno en que lo encuentre, debiendo éste proceder á la reparacion, y dado caso que no lo haga, los demás que forman la sociedad ocurriendo á los Tribunales judiciales obtendrán que se obligue al socio renuente al cumplimiento de sus obligaciones en los términos prescritos por la legislacion civil.

En muchos casos ha sido necesario el recurrir á la ley para poder hacer las obras necesarias á la conduccion de las aguas, y uno de ellos es el ocurrido en la hacienda de Chautla (Estado de Puebla) algun tiempo há. De mucho tiempo atrás, un pueblo de las cercanías de la hacienda tenia la servidumbre de dejar pasar por sus terrenos un caño para la conduccion de las aguas necesarias, y habia soportado esta servidumbre hasta que, el deterioro casi completo del caño, determinó á la persona encargada de la hacienda á ensancharlo: un dia, el señor administrador, despues de haber dado parte á la autoridad respectiva, se presentó en el lugar mencionado con sus peones para hacer las reparaciones necesarias; pero no pudo hacerlo en esa vez por habérsele amotinado el

pueblo, y no lo logró sino despues de grandes obstáculos y apoyándose en el art. 1084 del Código Civil que dice: «Si el que dispone del acueducto necesitare ampliarlo, deberá costear las obras necesarias y pagar el terreno que nuevamente ocupe y los daños que cause, conforme á lo dispuesto en los números 3.º y 4.º del artículo 1081.» Prescripcion es esta en un todo conforme al principio de justicia universal que pospone al interés de utilidad pública, el de cualquier particular por privilegiado que sea.

En los puntos en que se tiene bastante agua, ésta se aprovecha para los riegos del propietario y se hace algunas veces el objeto de una especulacion, pues que si los colindantes tienen necesidad de ella se les vende alguna cantidad, teniendo los compradores la obligacion de construir los canales respectivos y poner personas que cuiden de que no se les desvie el agua de su curso al atravesar otros terrenos, ó que por mala fé se les obstruya el paso ú otra cosa cualquiera. A veces el agua de una propiedad superior pasa á las inferiores hasta la última, y en todos casos los propietarios están obligados á dejar pasar el agua en el tiempo fijado para ello, aun cuando por alguna circunstancia no haya podido hacer uso de ella en las horas que le correspondian.

Si las aguas son propiedad del Estado, entónces se paga la contribucion correspondiente á la cantidad de agua recibida, y, ó bien el Ayuntamiento de la municipalidad respectiva designa el tiempo y forma en que cada interesado puede disponer de ella, ó á instancia de él los mismos interesados se reunen y convencionalmente arreglan la manera de conducirse. Entre los miembros de los ayun-

tamientos hay un regidor de aguas, y á él se dirigen todos los negocios que con respecto á ellas se tengan.

En los casos en que hay aguas que siendo propiedad del Estado pasan por distintos predios, aun cuando con el permiso respectivo se hayan hecho en alguno de ellos las obras necesarias para aprovecharse de ellas, en el momento en que salen de sus límites se pierde la propiedad y los dueños inferiores podrán adquirirla; pero cuando las aguas son propiedad particular y que el dueño de ellas haya convenido con el dueño del predio inferior en dejar correr hácia sus terrenos las sobrantes, éste puede adquirir la propiedad de dichas aguas siempre que satisfaga á lo que marca el art. 1064 del Código Civil, y que á la letra dice: « Si hay aguas sobrantes que pasen á predio ajeno, puede adquirirse la propiedad por el dueño del fundo que las recibe, por el trascurso de veinte años que se contarán desde que el dueño de dicho predio haya construido obras destinadas á facilitar la caida ó el curso de las aguas. » Semejante modo de adquirir tiene lugar por prescripcion.

Llegado el caso del artículo anterior, y que como lo marca, se adquiera propiedad de las aguas sobrantes del predio superior, no por eso el dueño de éste pierde el derecho de hacer más uso del agua que el que hasta entónces habia hecho, y si por alguna circunstancia se pretende alegar en su perjuicio un derecho preferente, semejante alegacion en nada desvirtúa sus derechos: el Código Civil ha previsto semejante caso en su artículo 1065 que dice: « Lo dispuesto en el artículo anterior no priva al dueño de la fuente, aljibe ó presa, de la facultad de sacar

todo el aprovechamiento posible de sus aguas dentro de los límites de su propiedad.»

Algunas veces para la conduccion de las aguas se encuentran obstáculos, como un camino, un rio, etc., y en tales casos habrá que tener presente lo que marcan los artículos siguientes del citado Código.

«1078.—En el caso del artículo 1073 si fuere necesario hacer pasar el acueducto por un camino, rio ó torrente, deberá indispensable y préviamente obtenerse el permiso de la autoridad bajo cuya inspeccion están el camino, rio ó torrente.»

«1079.—La autoridad solo concederá el permiso, con entera sujecion á los reglamentos de policía y obligando al dueño del agua á que la haga pasar, sin que por el tránsito se impida, estreche ni deteriore el camino, ni se embarace ó estorbe el curso del rio ó torrente.»

Si por alguna circunstancia se han hecho las obras sin cumplir con los anteriores artículos, entónces el dueño quedará obligado á reponer las cosas á su estado antiguo y á indemnizar el daño que á cualquiera se cause, sin perjuicio de las penas impuestas por los reglamentos de policía. (Art. 1080, Código citado.) Es de lamentarse de que, sin embargo de existir este terminante artículo, se vea en lugares en donde debe regir por haberse adoptado el Código, que no se observan sus preceptos, que infinidad de veces un camino se encuentra obstuido por un caño, siendo tal la costumbre de infringir la ley, que periódicamente y en determinada época se cometen esta clase de abusos.

Todos los artículos anteriores son aplicables tambien

al caso en que el agua quiera emplearse como fuerza motriz, y tanto para los riegos como para este caso, puede suceder que al pasar por una propiedad un acueducto, el dueño de ésta se resista á la construccion, y teniendo otro en su mismo terreno, ofrezca dar paso por él á las aguas en cuestion en cuyo caso se le deberá conceder, siempre que no cause perjuicio al reclamante, por tener á ello derecho segun el artículo 1076 del enunciado Código.

En caso contrario, y siendo perjudicial al dueño del predio en el cual debe constituirse la servidumbre de acueducto el permitir el paso de las aguas por los acueductos que tenga construidos para el aprovechamiento de aguas, el que haya de usar el derecho de hacer pasar aquellas, está obligado á construir el canal necesario en los predios intermedios. (1095 del Código Civil citado.)

Tambien puede presentarse el caso de que habiendo en un terreno un acueducto y teniendo que pasar aguas por el mismo, el dueño de ellas pida se le permita el pasarlas por el acueducto existente, no en su totalidad, sino atravesando, por decir así, urgido por las circunstancias, y entónces vista la imposibilidad de otra cosa se le concederá el permiso siempre que el curso de las aguas no se interrumpa ni se mezcle la de los dos acueductos. (Artículo 1077 del Código Civil precitado.)

Ya he hablado con respecto á los derechos que se tienen sobre las aguas y su conduccion, pero nada de las obligaciones que segun las circunstancias contraen los dueños de predios vecinos.

Siempre que el curso de unas aguas ya esté establecido, el propietario de ellas no puede cambiarlo las veces que

incurra en infraccion del art. 1071 que dice: «El propietario de las aguas no podrá desviar su curso, de modo que causen daño á un tercero, porque rebosen ó por otro motivo.»

Lo anterior es relativo á la corriente dada á las aguas por la mano del hombre; cuando las aguas corren naturalmente, lo que debe hacerse lo marca el art. 1058. «Los predios inferiores están sujetos á recibir las aguas que naturalmente y sin obra del hombre caen de los superiores, así como la tierra y piedra que arrastren en su curso.»

Esto que marca el artículo anterior es una servidumbre que debe dejarse seguir naturalmente, sin que el dueño inferior la impida, ni el del predio superior la aumente, pues que entónces uno ú otro infringirán el artículo 1059. «Ni el dueño del predio inferior puede hacer obras que impidan dicha servidumbre, ni el del superior obras que la agraven.»

Hallándose en las circunstancias que marca el artículo 1058, puede suceder que se encuentre uno en la necesidad de hacer obras para su defensa, ó que el curso de las aguas varie en algo, encontrándose en la alternativa de hacer construcciones nuevas, reparar las antiguas, ó permitir el que sin perjudicarlo hagan las obras necesarias los dueños que estén amenazados de sufrir ó que ya sufran el cambio de las aguas: lo anterior está asentado en el art. 1060 del Código Civil.

Lo que acabo de decir se aplica tambien al caso que indica el siguiente artículo 1061. «Lo dispuesto en el artículo anterior es aplicable al caso en que sea necesario

desembarazar algun predio de las materias cuya acumulacion ó caida, impida el curso con daño ó peligro de tercero.»

Estando en los casos marcados por los dos artículos anteriores, el que á continuacion ponemos, indica las obligaciones de los propietarios. «1062.—Todos los propietarios que participen del beneficio proveniente de las obras de que tratan los artículos anteriores, están obligados á contribuir al gasto de su ejecucion en proporcion á su interés y al juicio de peritos. Los que por su culpa hubiesen ocasionado el daño, serán responsables de los gastos.»

Siempre que trate uno de hacer uso de algunas aguas, es bueno fijarse en las circunstancias en que se presenta, para no contrariar lo marcado por el art. 1067 que dice: «Nadie puede usar del agua de los rios de modo que perjudique la navegacion, ni hacer en ellos obras que impidan el libre paso de los barcos ó balsas, ó el uso de otros medios de trasporte fluvial, sin que para ellos valga la prescripcion ni otro título.»

Tambien hay que atenderse al siguiente art. «1068.—En iguales términos queda prohibido impedir ó embarazar el uso de las riberas en cuanto fuere necesario para los mismos fines.»

No obstante el que se haya adquirido la propiedad de una agua, se tienen algunas veces obligaciones que marca el siguiente artículo. «1069.—El propietario del agua, sea cual fuese su título, no podrá impedir el uso de la que sea necesaria para el abasto de las personas ó ganados de una posesion ó finca rústica, ni oponerse á las obras indispensables para satisfacer esta necesidad del mo-

do ménos gravoso para el propietario; pero tendrá derecho á la indemnizacion, salvo que los habitantes hubiesen adquirido el uso del agua por prescripcion ó por otro título legal. »

Si un propietario ya tiene la servidumbre de dejar pasar por sus terrenos un canal para la conduccion de aguas, pesa sobre él otra establecida en consecuencia, y que está marcada en el siguiente artículo « 1085.—La servidumbre legal establecida por art. 1073, trae consigo el derecho de tránsito para las personas y animales, y el de conduccion de los materiales necesarios para el uso y reparacion del acueducto, así como para el cuidado del agua que por él se conduce, observándose respecto de ella lo dispuesto en los artículos 1093 al 1098. »

De los artículos 1093 al 1098, el Código dice, que establecida una servidumbre, el dueño del predio que tiene que sufrirla está en el derecho de designar el lugar que ha de servir para el paso, pero que si lo marcado es impracticable á juicio del juez, el propietario indicará otro lugar, y si éste tiene el mismo resultado, marcará el mismo juez un tercero, procurando el no agravar los intereses de los dos predios: tambien se ordena en los artículos citados, el que si hubiese varios predios por donde pueda darse el paso, se elegirá aquel en el que la distancia sea más corta, y siendo igual ésta en dos de ellos, el juez decidirá á quién toca soportar la servidumbre. Verificado lo anterior, la misma autoridad designará el ancho del paso, el cual no puede pasar de cinco metros ni bajar de dos, á no ser en caso de convenio entre los dueños de los predios.

Lo dispuesto en los tres artículos que á continuacion pongo, hacen ver las obligaciones que tiene uno que llenar en algunos casos.

« 1088.—Todo el que se aproveche de un acueducto, ya pase por campo propio, ya por ajeno, debe construir y conservar los puentes, canales, acueductos subterráneos y demás obras necesarias para que no se perjudique el derecho de otro. »

« 1089.—Si los que se aprovecharen fueren varios, la obligacion recaerá sobre todos á proporcion de su aprovechamiento, si no hubiere prescripcion ó convenio en contrario. »

« 1090.—Lo dispuesto en los dos artículos anteriores comprende la limpia, construcciones y reparaciones para que el curso del agua no se interrumpa. »

Como complemento á todo lo dicho, con relacion á leyes de aguas, terminarémos con el siguiente art. « 1074. —Se exceptúan de la servidumbre que establece el artículo anterior, los edificios, jardines y demás dependencias. »

***

El agua que tan necesaria nos es, no solamente se emplea para los riegos, sino tambien como conductor, como vehículo para las sustancias terrosas que se desea depositar sobre un terreno, ya sea con el fin de mejorar su constitucion física, ya con el de levantar su nivel para evitar inundaciones.

La práctica de esta operacion consiste en rodear al terreno en cuestion de un dique de césped para contener

las aguas, y despues dejar penetrar éstas haciéndolas permanecer el tiempo necesario para que depositen las materias terrosas y orgánicas que llevan en suspension. En algunos países, cuando la única agua de que puede disponerse no está cargada de los elementos que se trata de incorporar al terreno, se agregan en la corriente estas mismas sustancias, pero esto bien se comprende, muy limitadas son sus aplicaciones, pues que pocas veces habrá que práctica semejante convenga con los principios de una estricta economía, base de cualquiera explotacion.

En tiempo de lluvias, cuando las corrientes de agua están cargadas de materias limosas, es cuando da muy buenos resultados el hacer el depósito de éstas sobre los terrenos, pues que de esta manera los gastos solo se reducirán á la construccion del dique y á algunas pequeñeces. Muy conocido es este medio de mejor las tierras, no de hace poco, sino de tiempos remotos, y no nos detendrémos en citar ejemplos como el tan conocido de las aguas del Nilo, para abonar en su favor, porque cualquiera puede ver en la más insignificante corriente, los depósitos que por capas va dejando en sus orillas, de materias tan útiles para el alimento vegetal. Al ver aquella tierra ténue, finísima, cargada de vegetales en descomposicion y de otras sustancias no ménos preciosas, se comprenderán los buenos resultados que debe dar, empleándola en el sentido que venimos tratando.

En los terrenos de nuestra Escuela hemos visto prácticamente los resultados del empleo de las aguas limosas, y en verdad hemos admirado su eficacia. Pocos años há hubo necesidad de hacer que las aguas del rio del Consu-

lado penetrasen en la tabla de labor llamada El Chapitel, la cual estaba dedicada al cultivo del trigo, y su composicion era francamente arcillo-arenosa, excepto en las partes cercanas al rio, en donde dominaba el elemento arenoso. Poco ántes de la introduccion de las aguas se habia hecho la siega, que rindió para la pequeña extension que nos ocupa unas 65 cargas de grano próximamente: las aguas permanecieron durante algun tiempo sobre el terreno, depositando gran cantidad de materias ricas, y cuando salieron, desde luego se vió que su permanencia habia obrado en dos sentidos, en el de modificar la constitucion mecánica del terreno y en el de levantar éste en las partes que ántes estaban más bajas. Despues de algun tiempo y llegada la época de la tapa, se vió que las esperanzas que se tenian en la próxima no fueron vanas ilusiones; poco á poco y de una manera palpable se fueron marcando los beneficios recibidos por el limo: se veía, que donde no estaba bueno el trigo, era porque se presentaba inmejorable, notándose siempre más exuberancia en los lugares que ántes del enlamado eran más bajos y que por consiguiente al meter las aguas recibieron más sustancias terrosas. Llegó la época de la siega y se tuvo la satisfaccion de ver que el producto se habia elevado en grano á poco más de noventa cargas, cantidad en mucho, mayor que la del rendimiento anterior.

Este caso que pudimos observar en nuestra Escuela habla muy alto de los beneficios que pueden recibirse de un procedimiento tal de mejoramiento de las tierras, siempre, bien entendido, acompañándose de los buenos principios de una entendida economía.

En la hacienda de San Antonio Acolman existe una presa que servia á los jesuitas para detener las aguas cada año; pero como esto se verificó en un tan largo período, resultó que el fondo de ella fué enlamándose poco á poco, hasta que llegó á formarse un suelo riquísimo de puro limo: hoy los terrenos que ántes estaban dentro de la presa son de los mejores que existen en la citada hacienda.

Son tan buenos los resultados que se obtienen con el enlamado de las tierras, que en todo el Valle de San Martin Texmelucan, especialmente en Chautla, hacen grande uso del limo que en suspension llevan las aguas, al grado de que, cuando no se puede inundar el terreno para que se verifique el depósito, se recoge el limo que queda en el cauce de los rios ú otras corrientes, cuando las crecientes bajan, y por cargas se lleva al terreno para hacer la distribucion correspondiente. Para esto, se divide el terreno que va á recibir el limo, en el sentido de su longitud, en fracciones de dos metros, marcándose puntos, y haciendo la misma operacion en el sentido del ancho, tirando despues perpendiculares que al encontrarse marcan puntos que son los lugares en donde se deposita la lama ó limo para ser despues esparcida. La cantidad de limo empleada para una cierta extension es muy variable, dependiendo de la calidad del terreno y de la naturaleza de la planta que vaya á sembrarse: para una hectárea de terreno en la cual se quiera plantar chile, por lo regular emplean una cantidad de lama igual en volúmen á quince cargas medidas con los costales que comunmente se usan para el maíz. En los lugares en que siguen la práctica que venimos anotando tienen como medida de compara-

cion para sus cálculos en la cantidad de lama lo que ellos llaman *tarea,* que está formada por 48 costales ó sea 24 cargas.

En Chautla se han comparado en el cultivo del trigo, los resultados producidos por el enlamado, la aplicacion de las cenizas de rastrojo y un abono verde, y siempre lo mejor ha sido debido al enlamado.

En otras ocasiones se emplea la lama, no para modificar la constitucion física de un terreno, sino para elevar su nivel y evitar con ello el que las aguas al llegar ahí se estanquen y lo hagan improductivo: á veces, para ayudar al limo al levantamiento del terreno, se pone en éste, ántes de meter el agua, una capa delgada de cascajo menudo, haciendo de este modo, que además de elevarse el nivel, las capas interiores del suelo estén bien aireadas, lo que se sabe da tan buenos resultados para las cosechas.

***

En todo lo que antecede, se ha tratado del agua en los casos en que es útil para el agricultor, en los casos en que su permanencia en los terrenos está marcada con el sello de la utilidad; mas por desgracia no siempre es así, muchos casos hay en los cuales su abundancia perjudica en alto grado la vegetacion, y de esto vamos á tratar aunque sea ligeramente.

M. Leclerc, ha comparado el suelo « á una masa porosa atravesada por innumerables canalitos, formados por los intersticios que separan á las partículas elementales. » Al obrar una cierta cantidad de agua sobre un terreno,

se aloja por lo pronto en los canalitos, pero despues es absorbida por las partes porosas, quedando estos otra vez vacíos y en estado de contener mayor cantidad de agua: si se toma un modelo de esta tierra, y se hace perder por el calor la cantidad de agua que contiene, se verá que se acerca al grado de 0.23 que M. de Gasparin ha marcado como límite superior á la cantidad de agua que un suelo puede contener, conservando todas sus propiedades buenas; pero si en este estado se aplica otro riego, ó viene una lluvia á aumentar las proporciones, entónces los canalitos vuelven á llenarse; y como que las partes porosas del terreno ya están saturadas, no pueden absorber este aumento de agua, resultando males de grandes trascendencias.

La abundancia de agua en un terreno, puede perjudicar el buen éxito, por varias circunstancias que pasamos á indicar.

Para que en un terreno puedan verificarse con regularidad todos los actos de la vida de las plantas, es de todo punto indispensable la accion del calor, del aire y de la humedad en ciertas proporciones. Pues bien; cuando esta humedad es excesiva, hace variar indefectiblemente la accion de los otros agentes, algunas veces áun deteniéndola. Un terreno, cuya humedad es excesiva, tiene todos sus poros é intersticios llenos de agua, lo que impide la libre circulacion del aire, no pudiendo absorber las raicecillas de las plantas más que el que el agua que se ha estancado en el terreno ha llevado consigo; en este estado tambien es difícil el que el agua se renueve, de modo que al caer una lluvia, ésta no penetra en el interior del suelo, sino que resbala sobre él, no solamente sin que se aprove-

chen los principios azoados y otros que en solucion lleva, sino arrastrando en su curso las sustancias que en la superficie encuentra, quitando así, elementos que en otras circunstancias podrian servir de alimento á los vegetales.

Mas no solamente á esto se reducen los malos efectos que provienen de la abundancia de humedad, tambien la division mecánica del suelo se altera, y su temperatura se abate.

Un terreno muy húmedo se hace mucho más pesado, muy difícil de desmenuzar, y en algunos casos hasta imposible su cultura. Al no permitir la humedad el desmenuzamiento perfecto del terreno, impide la libre circulacion del aire, y presenta grave obstáculo á que las raíces de las plantas se extiendan adonde es necesario para satisfacer á las exigencias de su alimentacion, que por demás será insuficiente, atendiendo á que la misma humedad impide todas las trasformaciones necesarias para hacer asimilables ciertos elementos.

La temperatura de un terreno cuya humedad es excesiva se baja, porque siendo mayor la masa de agua, cuando ésta entra en evaporacion, tiene necesidad de mayor cantidad de calor, el cual necesariamente debe tomarlo del terreno que la contiene y en esa relacion abatir la temperatura.

A la cantidad de calor gastado por la evaporacion, se une el perdido por el gran poder de radiacion que tiene el agua: si los objetos que la rodean están á más baja temperatura que ella, tiene que verificarse el fenómeno físico conocido con el nombre de equilibrio móvil de temperatura. En las noches, cuando las capas inferio-

res de la atmósfera tienen una temperatura más baja que la del terreno, se verifica el fenómeno ántes dicho; y como el calor perdido durante la noche no puede recobrarse en el dia, las plantas tienen que sufrir las consecuencias.

Hay tambien abatimiento de temperatura, debido á que el agua es mal conductor del calor: de esta manera, aunque los rayos solares hieran la superficie del terreno, el calor no podrá llegar á las capas inferiores en el grado necesario, lo que sin duda causará grave mal.

Otras varias circunstancias hacen que la abundancia de humedad en un terreno sea de temerse; circunstancias que á nadie se ocultarán, y que no las apunto por no distraer más la atencion.

Cuando en un terreno la humedad pasa de los límites necesarios para la vegetacion, será necesario hacer la aplicacion del drenage, salvo casos en que no sea económico entregarse á dichos trabajos.

En algunos países, como en Inglaterra y los Estados Unidos, dicen que para precaverse de los malos efectos de un exceso de humedad, un buen sistema de riegos debe siempre descansar sobre buenos trabajos de drenage; quiere decir, que al establecer unos riegos debe tratarse de darle buen escurrimiento á las aguas sobrantes, cosa que se verifica por los distintos sistemas de drenage, sistemas que ni siquiera indico, por haber sido ya tratados con maestría por mi compañero el Sr. J. L. Ramirez en su Tésis inaugural.

Marzo de 1883.

Alberto Ruiz y Sandoval.

Legajo n.º 1.